September 1978 Journ. Jap. Bot. Vol. 53 No. 9 275

島村幸江*: 蘚類数種の葉からの再生と幼芽の発達

Sachie SHIMAMURA*: Regenerations and developments of young plants in some species of mosses

蘚類の葉は適当な条件下におかれた場合，再生して原糸体を形成し，更に幼植物を形成することはよく知られている。この葉からの再生に関する研究は，Kützing (1843) の頃から始められ，後に Heald (1898), Meyer (1942), Lersten (1961), 野口・村岡 (1959) 等が同じように葉からの再生についていろいろな角度から研究を行っている。しかし，これらの研究は原糸体や幼芽の発生部位及び原糸体の分枝に関する記述であり，幼芽が生長する過程における葉の形態的変化等については言及していない。

筆者は数種類の蘚類を使ってその葉からの再生パターンを調べたが，そのうちのホソバオキナゴケ *Leucobryum neilgherrense* ならびにキャラボクゴケ *Fissidens taxifolius* について報告する。この2種とも葉の構造が他の大多数の蘚類の葉とは異なり，各々特殊な構造をもつことはよく知られている (野口，1976)。また，これら2種についての再生に関する報告は従来ない。

稿をすすめるに当り，本研究を進める上で種々御指導をいただいた国立科学博物館植物研究部の井上浩博士，ならびに日本女子大学の嶺田美智子先生に感謝します。また実験材料の収集その他につき御協力いただいた山形県立米沢東高校の小野庄士氏にお礼申し上げます。

材料と方法

Leucobryum neilgherrense C. Muell. (ホソバオキナゴケ) 山梨県・青木ヶ原産，1977年8月2日採集，1977年8月5日培養開始。 *Fissidens taxifolius* Hedw. (キャラボクゴケ) 山梨県・青木ヶ原産，1977年8月2日採集，1977年8月6日培養開始。

培養は全て2倍稀釈のクノップ液に粉末寒天を加えた1%寒天培地を用いたが，培地の pH 処理は特別に行わなかった。培養に用いた葉はあまり若すぎず，また古すぎもしない部分から選択し，太い試験管内で洗浄した。洗浄の方法は試験管に蒸留水を入れて，上下に数分間激しく振る方法で行った。葉を培養基上に植付けるとき，葉の背面が上になるものと，下になるものを用意した。葉は1つのペトリ皿当り4〜5枚とした。光源は天井からの螢光灯 (40W) 2本と4m ほど離れた南の窓からの散光によった。光が照射している時間は1日平均9時間とした。温度は室温 (20〜32°C) であった。

---

* 東京学芸大学生物学教室. Department of Biology, Tokyo Gakugei University, Tokyo.

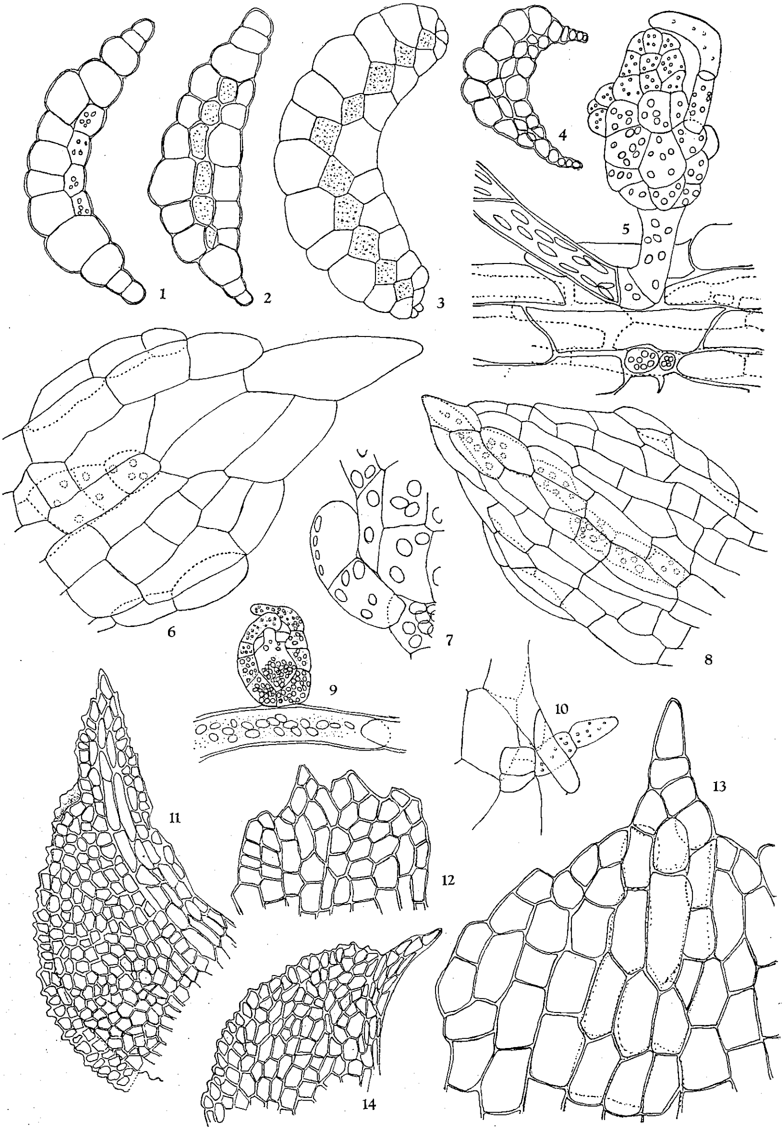

図 1. *Leucobryum neilgherrense* (1-8) および *Fissidens taxifolius* (9-14) の葉からの再生と幼芽の発達。1, 第3葉横断面 ×398. 2, 第4葉横断面 ×398. 3, 第6葉横断面 ×398. 4, 第11葉横断面 ×201. 5, 透明細胞間から出現した原糸体と幼芽 ×398. 6, 第2葉 ×398. 7, 第1葉 ×398. 8, 第3葉 ×262. 9, caulonema 上の幼芽 ×398. 10, 第1葉と仮根 ×290. 11, 第5葉 ×181. 12, 第2葉 ×300. 13, 第3葉 ×600. 14, 第4葉 ×181.

観察結果と考察

Leucobryum neilgherrense C. Muell.

原糸体の形成　処理後8日で葉の内部の葉緑体をもつ細胞から上部にある透明細胞を押し分けるようにして原糸体が出現した。原糸体は主に葉の背面先端部から形成されたが，同時に中央部の背面からの形成も観察された。最初に形成される原糸体は細胞壁がやや褐色をおび，斜めの隔壁と紡錘形の葉緑体をもった caulonema であった。Caulonema は比較的よく分枝し，この分枝の細胞は細胞壁がほぼ無色で，直角の隔壁をもち，球〜楕円形の葉緑体をもつ chloronema であった。

幼芽の形成　培養後19日目に caulonema の基部近くに幼芽が形成された。幼芽の形成は，caulonema から分枝が出，この分技の第二分裂で二次元生長が始まることによって行われる。したがって，幼芽となる細胞塊と caulonema の間には，1個の細胞が柄のような形となって存在する（図 1:5)。この細胞の細胞壁は無色で，細胞内の葉緑体が球〜楕円形であることから，この細胞が chloronema と同じであることを示している。幼芽形成がはじまる頃には，1葉当り 1〜3 個の幼芽が形成されるのが普通であるが，原糸体の発達につれて数は増加した。いずれの場合でも caulonema から分枝した chloronema の基部近くに幼芽が形成されるが，形成過程は上述の場合と同じである。

幼芽上の葉の形成　幼芽形成がはじまってから 4〜5 日後には第1葉が認められるようになる。第1葉は 2〜3 細胞から成る線形のもので，先端の細胞は細長く，葉緑体がごく小数で小型になっているのが観察された（図 1:5)。第2葉は基部で 4〜5 細胞幅をもち，広卵形で，すでに基部の中央付近で2層構造が形成されていた。2層になった部分では背面（背軸側）に透明細胞があり，腹面（向軸側）に葉緑体をもつ細胞が存在していた。第3葉は葉緑体をもつ細胞の列が伸びて葉の頂端に達し，2層構造部の拡張が観察された（図 1:1)。第4葉以降は，葉緑体をもつ細胞の列の増加と共に，成体葉にみられる，背腹両面から葉緑体をもつ細胞を透明細胞が包む形態が観察された。第3, 4葉の横断面では葉緑体を持つ細胞が少数であるが（図 1:1, 2)，これと隣接する透明細胞の 1/2 以上の大きさがある。しかし，第5葉以降の葉では透明細胞が次第に数や大きさを増し，やや大型化するのに対し，葉緑体をもつ細胞の数や大きさの著しい増加は観察されない。

考察　以上のように本種の葉の再生で得られた原糸体は異質糸状性を示すことが判明した。2〜3細胞から成る第1葉では，基部の 1〜2 細胞だけが葉緑体を含むが，これらの細胞は幼芽を構成する細胞と大きさ，内容物の点で同じである。透明細胞にも少量の葉緑体が含まれてはいるものの，きわめて小型である。この透明細胞の起源は他の細胞と同じであっても，生理的な活性は早急に失われると考えられる。

葉緑体を含む細胞は，順次発生する葉毎に数を増し，葉の先端方向に伸びてゆく。

このことは，他の種類の中肋の伸長と同じパターンである（島村，未発表）。次いで，葉緑体を含む細胞は，二次元的に広がりを始め，2列から数列の細胞群となる。このような分化パターンから考え，本種において，葉緑体を含む細胞は，他の種類の中肋の発達と同じパターンをたどり，発生のしかたからいえば，中肋の変形であると考えてもよかろう。

Fissidens taxifolius Hedw.

原糸体の形成　培養開始後8日目に，中肋の基部に数本の原糸体が観察された。生長するにつれ，原糸体は寒天面をはうように伸長した。この原糸体は斜めの不規則な隔壁をもち，細胞壁は濃い褐色を示していた。原糸体の分枝はまばらであった。第1分枝は主軸と同じ褐色で，隔壁は不規則となり，主軸と共に caulonema の形態を示した。第2分枝は直角の隔壁とうすい褐色の細胞壁をもち，chloronema となった。Chloronema はよく更に分枝をくりかえし，全体として羽状の原糸体を形成する。Caulonema の末端は，空気中へ立ち上がることが多かったが，寒天面から離れた部分からはほとんど chloronema は発生しなかった。

幼芽の形成　幼芽の形成は培養開始後18日で観察された。幼芽は，最初はcaulonema の基部近くに，直接 caulonema 上に形成され，幼芽と caulonema とをつなぐ柄状の細胞は観察されなかった。すなわち，caulonema から分枝した細胞が，直接二次元，三次元的な分裂をおこない，柄細胞を残さないものと考えられる。

幼芽上の葉の形成　幼芽形成開始後5〜6日目に第1葉が認められた。第1葉は数細胞から成る針状形のものであるが（図1：9，10），第2葉においては，二次元的発達がみられ，広い舌状の葉となる（図1：12）。この場合，葉を構成する細胞には全く分化がみられない。第3葉では葉の中央部が2層となり，葉の先端に達する中肋が分化していた。この第3葉では（図1：13）葉は中肋部を中心として，左右ゆるやかなU字状になる。第4葉（図1：14）ではU字状がさらに強まりV字状となり，中肋部から折りたたまれるようになる。また，中肋は葉の先端部にまで達して，やや厚膜になる。折れたたまれた中肋部の背縁には先端部だけに1〜2細胞幅の翼状のものがみられる。第5葉以降になると，中肋部が更に伸長し，中肋の両側に翼状の葉身を広げ，第4葉で折れた部分はそのまま2つ折りの形を維持する。中肋背縁の翼は先端から基部の方に向って形成される。この後の葉の形成は，次第に成葉の形に近づくが，この場合，中肋が常に先行的に伸長し，背翼，腹翼はこれから二次的に分化してくる。

考察　根平（1967）は *Fissidens heterolimbatus* の胞子発芽で得られた原糸体には異質糸状性が認められないとしているが，以上のように，本種では，葉の再生で得られた原糸体に異質糸状性のあることが明瞭に認められた。幼芽の形成は caulonema 上に限られており，また幼芽と caulonema の間には，一般的にみられるような，円筒形の柄細胞は観察されなかった。幼芽形成は，一般に原糸体から形成された突起が2

細胞となり，上部の細胞が幼芽となり，基部の細胞が幼芽と原糸体との間の柄細胞となる。しかし，本種では，突起を作った細胞が，そのまま分裂を続ける結果，介在する柄細胞が認められなくなったのではないかと思われる。

葉は第2葉までは舌状で，細胞間の分化は認められないが，第3葉では，中央部が2層となり，やや長軸の細胞から成るはっきりした中肋が形成され，葉形も舟形となる。背翼は第4葉以降に現われ，中肋の分化と共に葉の先端部から基部に向って形成された。また，明らかに背翼の部分は，中肋部から二次的に分化して形成される組織である。

引 用 文 献

Heald, F.D.F. (1898). A study of regeneration as exhibited by mosses. Bot. Gaz. **26**: 169-210. Kützing, F.T. (1843). Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Trange. Leipzig. Lersten, N.R. (1961). A comparative study of regeneration from isolated gametophytic tissues in *Mnium*. Bryologist **64**(1) : 37-47. Meyer, S.L. (1942). Physiological studies on mosses, IV. Regeneration in *Physcomitrium turbinatum*. Bot. Gaz. **104**: 128-132. 根平邦人 (1967). The germination of spores in Musci, 4. Hikobia **5**: 39-45. 野口 彰 (1976). 日本産蘚類概説. 306 pp. 図鑑の北隆館，東京. 野口 彰・村田節夫 (1959). Sporelings and regerations in some mosses 2. Kumamoto Journ. Sci. **4**(2) : 118-149.

Summary

The detailed accounts were given for the protonema development and the leaf-developments on young plants developed by the regeneration from the detached leaves of two moss species.

1. *Leucobryum neilgherrense* C. Muell. Protonema was developed from inner chlorophyllous cells (Fig. 1: 5), and it showed the heterotrichous habit; young plants were developed from caulonema with a basal cylindrical stalk-cell (Fig. 1: 5) ; the first leaf of young plant was comprised of 2-3 cells (Fig. 1: 7), of which the apical cell was elongated, containing only a few, small chloroplasts, but the basal cells contained many large chloroplasts. The third leaf showed two-layered structure (Fig. 1: 1, 8), and the cells of adaxial layer contained many chloroplasts. The chlorophyllous cells developed in the same pattern of costa of other species, and it may be said that the inner chlorophyllous cells of *Leucobryum* may be identical with the costa in the

developmental pattern.

2. *Fissidens taxifolius* Hedw. Protonema showed the heterotrichous habit. Young plants were developed on caulonema without any basal stalk-cell (Fig. 1: 9). The costa was differentiated on the third leaf (Fig. 1: 13), being two cell-layers in thickness; it grew successively toward the apex. The third leaf is usually somewhat U-shaped with the differentiated costa at the middle, and the fourth and the following leaves become strongly canaliculate form with the costa at keel. Charactaristic dorsal lamina of leaf was secondary developed from apical region of costa and grew downward (Fig. 1: 11, 14).

□台湾植物誌編輯委員会編: **Flora of Taiwan** I–IV　1975年に第1巻が出版されてから，第2巻（1976），第3巻（1977），第4巻（1978）と毎年1巻づつ出版されている。シダ植物以上の台湾植物全体の種類を明らかにしようという目的でまとめられたもので，第5巻の単子葉類が出版されれば完結する。今まで樹木については多くのまとまった本があるが，草についてはまとまったものがなく不便であった。この本の出版で台湾の植物は非常に調べやすくなった。短期間でまとめられたので，著者によりその内容には精粗があり，一様ではないが，全般的に文献の探索が不充分なのが目立つ。また異名の引用が大まかで，台湾の植物で以前に使用していた学名が，この本でどうあつかわれたかわからないものもかなりある。詳細に調べたわけでないので細かな批評はできないが，若干の誤りや不充分な点を指摘しておく。第4巻の1119図 *Scrophuralia formosana* Li はゴマノハグサ科のものでなく，シソ科の *Rabdosia* の1種である。1967年台湾大学でこの基準標本を見せてもらった際に気付いたが．台湾の *Rabdosia* は中国大陸のものと比較研究しなければ，正しい学名がきめられないのでそのままにしておいた。図を伴って再発表されるとなんとか解決しなければと考えている。1110図の *Mazus miquelii* Makino（サギゴケ）は別の種類が画かれている。図は本文中の *M. delavayi* Bonati（ヒメサギゴケ）にあたる。然しこの植物の学名は非常にむずかしく，再検討を必要とする。819図 *Elatine triandra* Schkuhr.（ミズハコベ）の図は全く別のもので，本文中のミソハギ科 *Rotala pusilla* Tulasne にあたる。ここに画かれた子房の横断面は花梗の横断面と思われる。第2巻の *Amaranthus* では2種類しか書かれていない。然し東京大学の標本室に納められているものでも少くとも4-5種類はある。ガガイモ科の *Tylophora* は台湾本島から1種類しか記されていないが，少くとも3種類あり，1977年に出版された中国植物誌第68巻には正しく3種類報告されている。台湾植物誌には大陸の中国の学者の最近の研究は殆んど引用されていない。折角の有意義な仕事なので，もっと内外の研究者の協力のもとに行われたらと残念に思う。然し，台湾の植物全体を詳細にまとめたものとして初めての著作であり，これを基礎にして台湾植物の研究がさらに深められることを希望する。（山崎　敬）